

Rec'd PCT/PTO 11 MAY 2005

PCT/KR 03/02468

KR/KR 17.11.2003

REC'D 02 DEC 2003

WIPO PCT



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0058210  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 08월 22일  
Date of Application AUG 22, 2003

출원인 : 엘지이노텍 주식회사  
Applicant(s) LG INNOTECH CO., LTD.

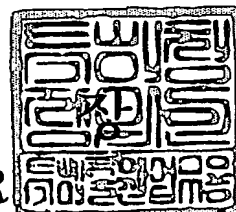
**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



2003 년 11 월 17 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.08.22
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	발광소자 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	LED and fabrication method thereof
【출원인】	
【명칭】	엘지이노텍 주식회사
【출원인코드】	1-1998-000285-5
【대리인】	
【성명】	허용록
【대리인코드】	9-1998-000616-9
【포괄위임등록번호】	2002-038994-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장자순
【성명의 영문표기】	JANG, Ja Soon
【주민등록번호】	721025-1063816
【우편번호】	506-301
【주소】	광주광역시 광산구 도천동 중흥 아파트 101동 901호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	추성호
【성명의 영문표기】	CH00, Sung Ho
【주민등록번호】	731212-1645914
【우편번호】	506-050
【주소】	광주광역시 광산구 우산동 시영1차 103동 909호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 허용록 (인)

1 058210

출력 일자: 2003/11/22

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 4 면 4,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 17 항 653,000 원

【합계】 686,000 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명에 따른 발광소자 제조방법은, p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층 위에 제 1 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 1 금속층 위에 Al계 물질로 이루어지는 제 2 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 2 금속층 위에 제 3 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 3 금속층 위에 전도성 산화 방지층을 형성하는 단계; 및 상기 결과물에 대한 열처리를 수행하여, 상기 p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층의 상부 영역은 각각 고농도 p형 (In, Al)GaN층 및 고농도 n형 (In, Al)GaN층으로 형성되고, 상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에는 제 1 금속-Ga 화합물층이 형성되며, 상기 고농도 n형 (In, Al)GaN층 위에는 제 1 금속-Ga-N 화합물층이 형성되고, 상기 제 1 금속-Ga 화합물층 및 제 1 금속-Ga-N 화합물층 위에는 제 1 금속층이 형성되고, 상기 제 1 금속층 위에는 제 3 금속-Al 화합물층이 형성되고, 상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에는 전도성 산화 방지층이 형성되는 단계; 를 포함한다.

## 【대표도】

도 7

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

발광소자 및 그 제조방법{LED and fabrication method thereof}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 발광소자의 p형 전극의 한 예를 나타낸 도면.

도 2는 종래 발광소자의 p형 전극의 다른 예를 나타낸 도면.

도 3은 종래 발광소자의 n형 전극의 한 예를 나타낸 도면.

도 4는 본 발명에 따른 발광소자의 p형 전극의 한 예를 나타낸 도면.

도 5는 본 발명에 따른 발광소자의 p형 전극의 다른 예를 나타낸 도면.

도 6은 본 발명에 따른 발광소자의 n형 전극의 한 예를 나타낸 도면.

도 7은 본 발명에 따른 발광소자의 전극 제조방법을 설명하기 위한 도면.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

101, 201... p형 GaN층 102, 202, 501... p형 투명전극층

103, 203... p형 본딩전극 301... n형 GaN층

302... n형 전극층 401... p-(In, Al)GaN층

402... p<sup>+</sup>-(In, Al)GaN층 403... 제 1 금속-Ga 화합물층

404, 604, 702... 제 1 금속층 405, 605... 제 3 금속-Al 화합물층

406, 606, 705... 전도성 산화 방지층

601... n-(In, Al)GaN층 602... n<sup>+</sup>-(In, Al)GaN층

603... 제 1 금속-Ga-N 화합물층

701... p-(In, Al)GaN층, n-(In, Al)GaN층

703... 제 2 금속층 704... 제 3 금속층

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- 19> 본 발명은 발광소자에 관한 것으로서, 특히 전기적/열적/구조적으로 안정적이며, p형 전극과 n형 전극을 동시에 형성시킬 수 있는 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- 20> 일반적으로, 반도체 발광소자나 레이저와 같은 광 디바이스를 구현하기 위해서는 무엇보다도 반도체와 전극으로 형성되는 금속 간에 양질의 오믹 접촉이 이루어 져야 한다. 또한, 평평한 표면상태, 열적 안정성, 쉬운 가공성, 저접촉저항, 고수율, 양호한 부식저항성 등이 요구된다.
- 21> 한편, GaN계 질화물 반도체 발광소자는 주로 사파이어 기판 또는 SiC 기판 위에서 성장된다. 그리고, 저온의 성장 온도에서 사파이어 기판 또는 SiC 기판 위에 GaN계의 다결정층을 버퍼층(buffer layer)으로 성장시키고, 이후 고온에서 상기 버퍼층 위에 도핑되지 않은 GaN층, 실리콘(Si)이 도핑된 n형 GaN층 또는 상기 구조의 혼합된 구조로 성장시켜 n형 GaN층을 형성한다. 이어서, 상기 n형 GaN층 상에 발광층(양자우물구조 활성층)을 형성하고, 그 위에 p형 GaN층을 더 형성함으로써 반도체 발광소자를 제조한다.
- 22> 그리고, 이와 같은 반도체 발광소자에는 다음과 같은 방법을 통하여 p형 전극 및 n형 전극이 각각 형성되고 있다.

1 058210

- > 먼저, 도 1을 참조하여 종래 발광소자에 형성되는 p형 전극 구조를 간략하게 설명해 보기로 한다. 도 1은 종래 발광소자의 p형 전극의 한 예를 나타낸 도면이다.
- <4> 도 1에 도시된 발광소자의 p형 전극은, p형 GaN층(101) 위에 p형 투명전극층(102)이 형성되어 있으며, 상기 p형 투명전극층(102) 위에 p형 본딩전극(103)이 형성된 구조로 되어 있다. 이와 같은 구조를 갖는 전극구조를 편의상 'close' 전극구조라 칭한다.
- <5> 이와 같은 'close' 전극구조의 경우, 상기 p형 투명전극층(102)은 주로 Ni/Au층으로 형성되고 있다. 그리고, 상기 p형 본딩전극(103)은 Al과 Cr을 제외한 Au를 기본으로 하는 2 가지 이상의 금속, 예를 들면 Au, Ti, Ni, In, Pt를 포함하는 단일층 또는 2중층 이상의 다층구조로서 구성된다. 즉, Au, Ni/Au, Ti/Au, Pt/Au 등의 층으로 형성된다.
- <6> 또한, 도 2에 나타낸 바와 같은 구조로 종래 발광소자의 p형 전극이 형성될 수도 있다. 도 2는 종래 발광소자의 p형 전극의 다른 예를 나타낸 도면이다.
- <7> 도 2에 도시된 발광소자의 p형 전극은, p형 GaN층(201) 위에 p형 투명전극층(202)이 형성되어 있으며, 상기 p형 투명전극층(202) 위에 p형 본딩전극(203)이 형성된 구조로 되어 있다. 이때, 상기 투명전극층(202)에는 상기 p형 본딩전극(203)이 일부 채워져 있는 구조로 되어 있다. 이와 같은 구조를 갖는 전극구조를 편의상 'open' 전극구조라 칭한다.
- <8> 이와 같은 'open' 전극구조의 경우, 본딩 능력을 향상시키기 위해서 Cr 또는 Al층을 포함할 수 있는 구조가 제시되어 있으며, 상기 'close' 전극구조와 유사한 구조로 형성된다.
- <9> 한편, 도 3은 종래 발광소자의 n형 전극의 한 예를 나타낸 도면이다.
- <30> 도 3에 도시된 발광소자는 n형 GaN(301)층 위에 n형 전극층(302)이 형성된 구조로 되어 있다. 상기 n형 전극층(302)의 경우에는 Ti, Al, Au를 이용한 단일층 또는 2중층 이상의 다중

층으로 구성된 전극이 제안되고 있다. 예로서, Ti/Al, Ti/Al/Pt/Au, Ti/Al/Ni/Au 등의 구조가 제안되고 있다.

- 31> 그런데, 이와 같은 구조를 갖는 p형 전극의 경우에는 낮은 도핑농도의 p형 GaN층으로 인해서 비접촉저항이  $10^{-3}\Omega\text{cm}^2$  이상으로 매우 높았고, 이것은 소자 동작 시에 계면에서 열원으로 작용하여 소자 신뢰성 저하에 직접적인 원인으로 보고되고 있다.
- 32> 이러한 문제는 'open' 전극구조 및 'close' 전극구조의 p형 전극을 구비하는 발광소자 모두에서 발생되고 있다. 이에 따라, 열적으로 안정하고 낮은 비접촉 저항을 갖는 p형 전극의 개발이 매우 절실하게 요구되고 있는 실정이다. 또한, n형 전극에서는 비접촉저항은  $10^{-5}\Omega\text{cm}^2$  이상으로 발광소자에 적합하지만, Ti 계열의 전극은 열특성 측면에서 매우 취약한 점이 보고되고 있다.
- 33> 그리고, 종래에는 p형 전극과 n형 전극을 각각 제작하기 때문에 소자 생산성과 수율 측면에서 적지 않은 단점들이 발생되고 있는 실정이다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- 34> 본 발명은 전기적/열적/구조적으로 안정적이며, p형 전극과 n형 전극을 동시에 형성시킬 수 있는 발광소자 및 그 제조방법을 제공함에 그 목적이 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

- 35> 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 발광소자는, p형 (In, Al)GaN층과; 상기 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 고농도 p형 (In, Al)GaN층과; 상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 제 1 금속-Ga 화합물층과; 상기 제 1 금속-Ga 화합물층 위에 형성된 제 1 금속층



과; 상기 제 1 금속층 위에 형성된 제 3 금속-Al 화합물층; 및 상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에 형성된 전도성 산화 방지층; 을 포함하는 점에 그 특징이 있다.

16> 또한, 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 발광소자의 다른 예는, p형 (In, Al)GaN층과; 상기 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 고농도 p형 (In, Al)GaN층과; 상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 p형 투명전극층과; 상기 p형 투명전극층 위에 형성된 제 1 금속-Ga 화합물층과; 상기 제 1 금속-Ga 화합물층 위에 형성된 제 1 금속층과; 상기 제 1 금속층 위에 형성된 제 3 금속-Al 화합물층; 및 상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에 형성된 전도성 산화 방지층; 을 포함하는 점에 그 특징이 있다.

37> 또한, 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 발광소자의 또 다른 예는, n형 (In, Al)GaN층과; 상기 n형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 고농도 n형 (In, Al)GaN층과; 상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 제 1 금속-Ga-N 화합물층과; 상기 제 1 금속-Ga-N 화합물층 위에 형성된 제 1 금속층과; 상기 제 1 금속층 위에 형성된 제 3 금속-Al 화합물층; 및 상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에 형성된 전도성 산화 방지층; 을 포함하는 점에 그 특징이 있다.

<38> 또한, 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 발광소자 제조방법은, p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층 위에 제 1 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 1 금속층 위에 Al계 물질로 이루어지는 제 2 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 2 금속층 위에 제 3 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 3 금속층 위에 전도성 산화 방지층을 형성하는 단계; 및 상기 결과물에 대한 열처리를 수행하여, 상기 p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층의 상부 영역은 각각 고농도 p형 (In, Al)GaN층 및 고농도 n형 (In, Al)GaN층으로 형성되고, 상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에는 제 1 금속-Ga 화합물층이 형성되며, 상기 고농도 n형 (In, Al)GaN층 위

에는 제 1 금속-Ga-N 화합물층이 형성되고, 상기 제 1 금속-Ga 화합물층 및 제 1 금속-Ga-N 화합물층 위에는 제 1 금속층이 형성되고, 상기 제 1 금속층 위에는 제 3 금속-Al 화합물층이 형성되고, 상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에는 전도성 산화 방지층이 형성되는 단계; 를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

39> 또한, 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 발광소자 제조방법의 다른 예는, p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층 위에 제 1 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 1 금속층 위에 (Ni-Al)계 물질로 이루어지는 제 2 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 2 금속층 위에 제 3 금속층을 형성하는 단계와; 상기 제 3 금속층 위에 전도성 산화 방지층을 형성하는 단계; 및 상기 결과물에 대한 열처리를 수행하여, 상기 p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층의 상부 영역은 각각 고농도 p형 (In, Al)GaN층 및 고농도 n형 (In, Al)GaN층으로 형성되고, 상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에는 제 1 금속-Ga 화합물층이 형성되며, 상기 고농도 n형 (In, Al)GaN층 위에는 제 1 금속-Ga-N 화합물층이 형성되고, 상기 제 1 금속-Ga 화합물층 및 제 1 금속-Ga-N 화합물층 위에는 제 1 금속층이 형성되고, 상기 제 1 금속층 위에는 제 3 금속-Al 화합물층이 형성되고, 상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에는 전도성 산화 방지층이 형성되는 단계; 를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

<40> 이와 같은 본 발명에 의하면, 전기적/열적/구조적으로 안정적이며, p형 전극과 n형 전극을 동시에 형성시킬 수 있는 장점이 있다.

<41> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세히 설명한다.

<42> 먼저, 본 발명에서 제시하고자 하는 발광소자의 전극 구조에 대하여 간략하게 설명하고, 본 발명에 따른 발광소자 제조방법에 대하여 구체적으로 살펴 보기로 한다.

13> 도 4는 본 발명에 따른 발광소자의 p형 전극의 한 예를 나타낸 도면이다.

14> 본 발명에 따른 발광소자는, 도 4에 나타낸 바와 같이, p-(In, Al)GaN층(401) 위에 고정 공농도층인  $p^+$ -(In, Al)GaN층(402)이 형성되어 있다. 그리고, 상기  $p^+$ -(In, Al)GaN층(402) 위에는 제 1 금속-Ga 화합물층(403)이 형성되어 있으며, 상기 제 1 금속-Ga 화합물층(403) 위에는 제 1 금속층(404)이 형성되어 있다. 또한, 상기 제 1 금속층(404) 위에는 제 3 금속-Al 화합물층(405)이 형성되어 있으며, 상기 제 3 금속-Al 화합물층(405) 위에는 전도성 산화 방지층(406)이 형성되어 있다. 이는 종래기술에서 언급된 'open' 전극구조에 대응되는 p형 전극구조를 나타낸 것이다.

145> 또한, 도 5는 본 발명에 따른 발광소자의 p형 전극의 다른 예를 나타낸 도면이다.

146> 본 발명에 따른 발광소자의 다른 예는, 도 5에 나타낸 바와 같이, p-(In, Al)GaN층(401) 위에 고정공농도층인  $p^+$ -(In, Al)GaN층(402)이 형성되어 있으며, 상기  $p^+$ -(In, Al)GaN층(402) 위에는 p형 투명전극층(501)이 더 형성되어 있다. 그리고, 상기 p형 투명전극층(501) 위에는 제 1 금속-Ga 화합물층(403)이 형성되어 있으며, 상기 제 1 금속-Ga 화합물층(403) 위에는 제 1 금속층(404)이 형성되어 있다. 또한, 상기 제 1 금속층(404) 위에는 제 3 금속-Al 화합물층(405)이 형성되어 있으며, 상기 제 3 금속-Al 화합물층(405) 위에는 전도성 산화 방지층(406)이 형성되어 있다. 이는 종래기술에서 언급된 'closed' 전극구조에 대응되는 p형 전극구조를 나타낸 것이다.

147> 한편, 도 6은 본 발명에 따른 발광소자의 n형 전극의 한 예를 나타낸 도면이다.

148> 본 발명에 따른 발광소자의 또 다른 예는, 도 6에 나타낸 바와 같이, n-(In, Al)GaN층(601) 위에  $n^+$ -(In, Al)GaN층(602)이 형성되어 있다. 그리고, 상기  $n^+$ -(In, Al)GaN층(602) 위

1 058210

에는 제 1 금속-Ga-N 화합물층(603)이 형성되어 있으며, 상기 제 1 금속-Ga-N 화합물층(603) 위에는 제 1 금속층(604)이 형성되어 있다. 또한, 상기 제 1 금속층(604) 위에는 제 3 금속-Al 화합물층(605)이 형성되어 있으며, 상기 제 3 금속-Al 화합물층(605) 위에는 전도성 산화 방지층(606)이 형성되어 있다.

19> 그러면, 도 7을 참조하여 본 발명에 따른 발광소자 제조방법에 대해서 구체적으로 살펴보기로 한다. 도 7은 본 발명에 따른 발광소자의 전극 제조방법을 설명하기 위한 도면이다. 본 발명에서는 p형 전극과 n형 전극을 별도로 각각 형성하는 것이 아니라, 동일 공정에서 p형 전극과 n형 전극을 함께 형성한다는 점에 그 특징이 있다.

50> 먼저, 도 4에 나타낸 바와 같은 'open' 전극구조의 p형 전극과, 도 6에 나타낸 바와 같은 n형 전극을 동시에 형성하는 공정에 대하여 설명하기로 한다.

51> 도 7에 나타낸 바와 같이, p-(In, Al)GaN층 및 n-(In, Al)GaN층(701) 위에 제 1 금속층(702)을 형성시킨다. 여기서, 상기 p-(In, Al)GaN층(701)은 p형 전극이 형성되는 영역이며, 상기 n-(In, Al)GaN층(701)은 n형 전극이 형성되는 영역을 나타낸다.

52> 그리고, 상기 제 1 금속층(702) 위에 Al계 물질로 이루어지는 제 2 금속층(703)을 형성시킨다. 또한, 상기 제 2 금속층(703) 위에는 제 3 금속층(704)을 형성하고, 상기 제 3 금속층(704) 위에는 전도성 산화 방지층(705)을 더 형성시킨다.

53> 여기서, 상기 제 1 금속층(702)을 이루는 물질은 Ga와 N과의 반응성이 높은 금속 또는 화합물로 구성된다. 그리고, 상기 제 3 금속층(704)을 이루는 물질은 Al과 반응성이 높은 금속 또는 화합물로 구성되며, 상기 전도성 산화 방지층(705)을 이루는 물질과 반응성이 없는 금속 또는 화합물로 구성되도록 한다.

- 4> 이후, 상기 결과물에 대한 열처리를 수행함으로써 본 발명에서 제시하고자 하는 발광소자의 p형 전극 및 n형 전극을 동시에 형성할 수 있게 된다. 그러면, 열처리 과정에 의하여 형성되는 각 층에 대하여 구체적으로 살펴 보기로 한다.
- 5> 열처리 과정의 수행을 통하여, 상기 p-(In, Al)GaN층(도 4의 401 참조) 및 n-(In, Al)GaN층(도 6의 601 참조)의 상부 영역은 각각  $p^+$ -(In, Al)GaN층(402) 및  $n^+$ -(In, Al)GaN층(602)으로 형성된다.
- 56> 그리고, 상기  $p^+$ -(In, Al)GaN층(402) 위에는 제 1 금속-Ga 화합물층(403)이 형성되며, 상기  $n^+$ -(In, Al)GaN층(602) 위에는 제 1 금속-Ga-N 화합물층(603)이 형성된다. 또한, 상기 제 1 금속-Ga 화합물층(403) 및 제 1 금속-Ga-N 화합물층(603) 위에는 제 1 금속층(404)(604)이 형성되고, 상기 제 1 금속층(404)(604) 위에는 제 3 금속-Al 화합물층(405)(605)이 형성된다. 그리고, 상기 제 3 금속-Al 화합물층(405)(605) 위에는 전도성 산화 방지층(406)(606)이 마련된다.
- 57> 한편 도 7에 나타낸 상기 제 1 금속층(702)은, 오믹을 형성시키기 위해서 시행하는 열처리 공정 시에, p형 전극에 있어서 제 1 금속층(702) 상부 금속 원소들과 p-(In,Al)GaN층(701)과의 계면반응을 억제시키기 위해서 도입하는 확산장벽을 이루기 위해 존재하는 층이다. 그리고, 상기 제 1 금속층(702)은 n형 전극에서는 Ga와 N과의 반응성이 우수한 특성을 가지고 있으며, 이를 통해서 계면에서는 (제 1 금속)-(Ga)-N 화합물층(603)이 형성되기 때문에 전극층과의 접촉성이 우수해 진다.
- 58> 이러한 기본적 개념들로 이루어지는 p형 전극 및 n형 전극은 열처리 과정을 통하여 다음과 같은 구조의 변화들이 발생되게 된다.

- 9> 먼저, 제 1 금속층(702)을 이루는 물질은 p-(In,Al)GaN(401)에서 Ga와 반응하여 제 1 금속-Ga 화합물층(403)/제 1 금속층(404)의 2중층으로 전환된다. 여기서 형성되는 2중층은 제 2 금속층(703) 이후의 상부 전극 물질과 반도체와의 상호 반응을 억제시키는 제 1 확산장벽으로 작용하게 된다.
- 30> 동시에 p-(In,Al)GaN층(701)은 p-(In,Al)GaN층(401)/p<sup>+</sup>-(In,Al)GaN층(402)으로 전환된다. 이는, 제 1 금속-Ga 화합물층(403) 형성으로 인하여 p-(In,Al)GaN층(401)에서 Ga 공공(Ga Vacancy)이 형성되는데, 이러한 Ga 공공은 p형 질화물 반도체에서 억셉터로 작용하기 때문에 위와 같은 구조로의 전환이 이루어지는 것이다.
- 61> 동시에 n-(In,Al)GaN 질소 공공이 제 1 금속-Ga-N 화합물층(603)을 형성함으로써 표면 근처에서 캐리어 농도가 증가하게 되어 n-(In,Al)GaN층(601)/n<sup>+</sup>-(In,Al)GaN층(602) 구조로 변경된 구조를 가지게 된다.
- 62> 또한, 상기 제 2 금속층(703)을 이루는 물질인 Al은 제 3 금속층(704)을 이루는 물질인 제 3 금속과 반응하여 제 3 금속-Al 화합물층(405)(605)이 형성된다. 그리고, 상기 제 3 금속-Al 화합물층(405)(605)은 전도성 산화 방지층(705)을 이루는 물질과 하부 전극 및 반도체와의 원치 않는 반응을 억제해 주는 제 2 확산장벽으로서 기능을 담당하게 되며, 최종적으로는 전극의 열적 안정성을 높여 주는 역할을 하게 된다.
- 63> 상기 전도성 산화 방지층(705)을 이루는 물질은 열처리 및 기타 후속공정에서 발생되기 쉬운 산소, 물등과 같은 오염물질이 전극 내부로 침투하는 것을 막는다. 그리고, 상기 전도성 산화 방지층(705)은 외부에서 캐리어가 전극 내부로 잘 유입되도록 하기 위하여 전도성이 큰

물질로서 구성되며, 따라서 전극 표면의 열적/화학적 안정성을 높여주는 역할을 하는 물질로서 구성된다.

- 34> 한편, 상기에서 설명된 각 금속층은 다음과 같은 물질들로 형성될 수 있다.
- 35> - 제 1 금속층 : Cr, V, W
- 36> - 제 2 금속층 : Al 또는 Ni-Al
- 67> - 제 3 금속층 : Ni, Pt, Pd
- 68> - 전도성 산화 방지층 : Au 또는 Au를 포함하는 2중 이상의 다중 금속 또는 화합물층
- 69> 여기서, 제 1 금속층을 이루는 Cr, V, W은 p-GaN층에서는 Ga과의 반응성이 우수하고, n-GaN층에서는 N과의 반응성이 우수하게 나타난다. 이와 같이, 동일한 금속이 p-GaN층과 n-GaN층에서 서로 상이한 반응이 발생하는 이유는 전자음성도와 금속-반도체 계면에서 형성되는 계면 에너지의 차이에서 기인되는 것이다.
- <70> 즉, Cr, V, W 금속들은 모두 Ga 및 N과의 반응성이 있는 물질들이다. 이때, 상기와 같은 원인으로 인하여 반응되는 물질이 달라지게 됨으로써, p-GaN층과 n-GaN층에 있어서 그 반응 결과가 다르게 나타나는 것이다.
- <71> 각 물질의 반응 정도를 나타내는 'Heat Formation Enthalpy Energy'는 다음과 같다.
- <72> - p형 전극
- <73> Cr-Ga : -20 ~ -30 KJ/mole of atoms
- <74> V-Ga : -67 KJ/mole of atoms
- <75> W-Ga : -1 KJ/mole of atoms
- <76> - n형 전극

7> Cr-(Ga)-N : -35 KJ/mole of atoms

8> V-(Ga)-N : -40 KJ/mole of atoms

9> W-(Ga)-N : -24 KJ/mole of atoms

30> 또한, Al을 포함하는 확산 장벽 형성은 상온 증착시에 이미 형성이 가능한 구조이며[이유는 NiAl(-38 KJ/mole of atoms at 298K), PtAl(-100 KJ/mole of atoms at 298K), PdAl(-84 KJ/mole of atoms at 373K)], 열처리를 통해서 보다 완전한 금속-Al 화합물이 형성된다. 예컨대, 전자 빔 증착기(E-beam evaporator)를 이용하여 발광소자를 구성하는 반도체 구조물 위에 Cr, Al, Ni, Au를 순서대로 증착하면, 상온에서 Cr/Al/Ni-Al/Ni/Au의 구조가 되며, 질소를 포함하는 분위기 가스에서 520℃에서 열처리함으로써 본 발명에서 제시하는 전극구조를 형성할 수 있게 된다.

31> 한편, 도 5에 나타낸 바와 같은 'close' 전극구조의 p형 전극과, 도 6에 나타낸 바와 같은 n형 전극을 동시에 형성하는 공정은, 상기에서 설명된 바와 유사하므로 상세한 설명은 생략하기로 한다. 다만, 'close' 전극구조의 p형 전극을 형성하기 위해서는 p-(In,Al)GaN층(701)과 제 1 금속층(702) 사이에 p형 투명전극층(도 5의 501 참조)이 더 형성되도록 한다. 즉, 상기 p-(In,Al)GaN층(701) 위에 p형 투명전극층(501)을 형성한 후에, 상기 제 1 금속층(702), 제 2 금속층(703), 제 3 금속층(704) 및 전도성 산화 방지층(705)를 적층 형성시킨 후 열처리를 수행한다.

32> 또한, 본 발명에서 제안되는 전극 구조는 발광소자 뿐만 아니라, (In,Al)GaN 반도체를 이용한 다른 전자소자, 광전자 소자 등에 직접적인 응용이 가능하다. 구체적으로 Unipolar



n-channel 소자(HEMT, MISFET, MESFET 등)에서는 본 발명에서 제안되는 전극이 소스와 드레인 전극으로의 응용이 가능하며, p-channel의 경우에는 게이트 전극으로의 응용이 가능하다.

33> 또한, Bipolar 소자의 경우에도 NPN, PNP 구조에 따라서 에미터, 베이스, 콜렉터 전극으로 직접적인 적용이 가능하다. 나아가, 광검출기(Photo detector)의 전극에도 옴릭 또는 쇼트키 전극으로서 응용이 가능하다.

84> 본 발명에 의하면, 기존의 발광소자에 적용되던 독립된 n형과 p형 전극을 형성하는 방법과는 다르게, 하나의 전극구조를 통해서 동시에 p형 옴릭 전극과 n형 옴릭 전극 특성을 만족하는 동시형 옴릭전극을 구현할 수 있다.

85> 또한 본 발명에 의하면, 상기에서 설명된 1차 확산 장벽인, p형 전극의 '제 1 금속-Ga 화합물층(403)/제 1 금속층(404)' 및 n형 전극의 '제 1 금속-Ga-N 화합물층(603)'과, 2차 확산 장벽인 '제 3 금속-Al 화합물층(405)(605)', '전도성 산화 방지층(406)(606)'의 안정된 특성으로 인하여 전극의 열적/구조적 안정성이 기존 전극에 비하여 크게 향상 된다.

86> 나아가, 우수한 전기적/열적/구조적 특성을 갖는 전극은 발광소자의 신뢰성을 향상시키는데 기여하게 되며, 이를 통해서 소자 수명을 크게 증대시킬 수 있고, 또한 주입되는 소자의 실제 전류밀도를 증가시키는 효과가 있기 때문에 소자의 턴온(turn-on) 전압 감소를 효과적으로 유발시킴으로서 소자 소모 전력을 줄일 수 있다.

### 【발명의 효과】

87> 이상의 설명에서와 같이 본 발명에 따른 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, 전기적/열적/구조적으로 안정적이며, p형 전극과 n형 전극을 동시에 형성시킬 수 있는 장점이 있다.

- 8> 또한, 본 발명에 따른 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, p형 전극과 n형 전극을 동시에 형성함으로써 제조공정을 단순화 시키고, 비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

p형 (In, Al)GaN층과;

상기 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 고농도 p형 (In, Al)GaN층과;

상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 제 1 금속-Ga 화합물층과;

상기 제 1 금속-Ga 화합물층 위에 형성된 제 1 금속층과;

상기 제 1 금속층 위에 형성된 제 3 금속-Al 화합물층; 및

상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에 형성된 전도성 산화 방지층; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

## 【청구항 2】

p형 (In, Al)GaN층과;

상기 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 고농도 p형 (In, Al)GaN층과;

상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 p형 투명전극층과;

상기 p형 투명전극층 위에 형성된 제 1 금속-Ga 화합물층과;

상기 제 1 금속-Ga 화합물층 위에 형성된 제 1 금속층과;

상기 제 1 금속층 위에 형성된 제 3 금속-Al 화합물층; 및

상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에 형성된 전도성 산화 방지층; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

## 【청구항 3】

n형 (In, Al)GaN층과;

상기 n형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 고농도 n형 (In, Al)GaN층과;

상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에 형성된 제 1 금속-Ga-N 화합물층과;

상기 제 1 금속-Ga-N 화합물층 위에 형성된 제 1 금속층과;

상기 제 1 금속층 위에 형성된 제 3 금속-Al 화합물층; 및

상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에 형성된 전도성 산화 방지층; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

#### 【청구항 4】

제 1항 내지 제 3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 금속층을 이루는 물질은 Cr, V, W 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 발광소자.

#### 【청구항 5】

제 1항 내지 제 3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 금속층을 이루는 물질은 Ga와 N과의 반응성이 높은 금속 또는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광소자.

#### 【청구항 6】

제 1항 내지 제 3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 제 3 금속을 이루는 물질은 Ni, Pt, Pd 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 발광소자.

## 【청구항 7】

제 1항 내지 제 3항 중의 어느 한 항에 있어서,  
상기 제 3 금속을 이루는 물질은 Al과 반응성이 높은 금속 또는 화합물로 구성되는 것을  
특징으로 하는 발광소자.

## 【청구항 8】

제 1항 내지 제 3항 중의 어느 한 항에 있어서,  
상기 제 3 금속을 이루는 물질은 상기 전도성 산화 방지층을 이루는 물질과 반응성이 없  
는 금속 또는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광소자.

## 【청구항 9】

제 1항 내지 제 3항 중의 어느 한 항에 있어서,  
상기 전도성 산화 방지층은 Au 또는 Au를 포함하는 2중 이상의 다중 금속 또는 화합물로  
형성된 것을 특징으로 하는 발광소자.

## 【청구항 10】

p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층 위에 제 1 금속층을 형성하는 단계와;  
상기 제 1 금속층 위에 Al계 또는 (Ni-Al)계 물질로 이루어지는 제 2 금속층을 형성하  
는 단계와;  
상기 제 2 금속층 위에 제 3 금속층을 형성하는 단계와;  
상기 제 3 금속층 위에 전도성 산화 방지층을 형성하는 단계; 및  
상기 결과물에 대한 열처리를 수행하여,

상기 p형 (In, Al)GaN층 및 n형 (In, Al)GaN층의 상부 영역은 각각 고농도 p형 (In, Al)GaN층 및 고농도 n형 (In, Al)GaN층으로 형성되고,

상기 고농도 p형 (In, Al)GaN층 위에는 제 1 금속-Ga 화합물층이 형성되며, 상기 고농도 n형 (In, Al)GaN층 위에는 제 1 금속-Ga-N 화합물층이 형성되고,

상기 제 1 금속-Ga 화합물층 및 제 1 금속-Ga-N 화합물층 위에는 제 1 금속층이 형성되고,

상기 제 1 금속층 위에는 제 3 금속-Al 화합물층이 형성되고,

상기 제 3 금속-Al 화합물층 위에는 전도성 산화 방지층이 형성되는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

#### 【청구항 11】

제 10항에 있어서,

상기 제 1 금속층은 Cr, V, W 중에서 선택된 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

#### 【청구항 12】

제 10항에 있어서,

상기 제 1 금속층을 이루는 물질은 Ga와 N과의 반응성이 높은 금속 또는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

## 【청구항 13】

제 10항에 있어서,

상기 제 3 금속층은 Ni, Pt, Pd 중에서 선택된 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

## 【청구항 14】

제 10항에 있어서,

상기 제 3 금속층을 이루는 물질은 Al과 반응성이 높은 금속 또는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

## 【청구항 15】

제 10항에 있어서,

상기 제 3 금속층을 이루는 물질은 상기 전도성 산화 방지층을 이루는 물질과 반응성이 없는 금속 또는 화합물로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

## 【청구항 16】

제 10항에 있어서,

상기 전도성 산화 방지층은 Au 또는 Au를 포함하는 2중 이상의 다중 금속 또는 화합물로 형성되는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

## 【청구항 17】

제 10항에 있어서,



0058210

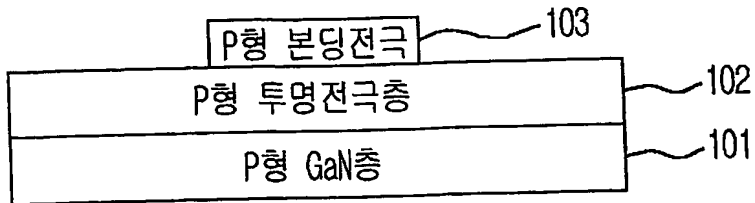
출력 일자: 2003/11/22

상기 p형 (In, Al)GaN층 위에 제 1 금속층이 형성됨에 있어, 상기 p형 (In, Al)GaN층에 p형 투명전극층이 더 형성되고, 그 형성된 p형 투명전극층 상에 상기 제 1 금속층이 형성되는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

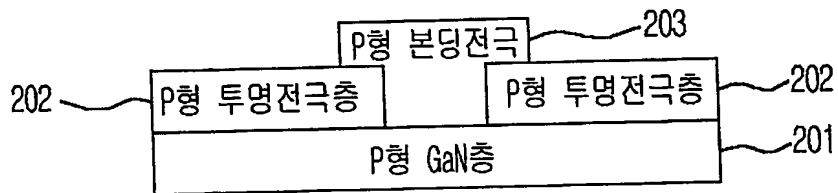


## 【도면】

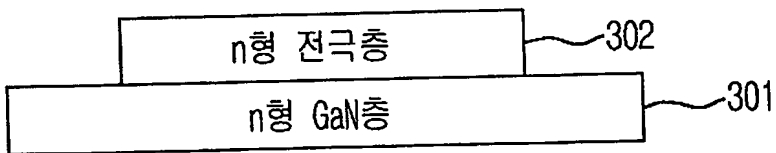
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

전도성 산화 방지층	406
제 3 금속 -Al 화합물층	405
제 1 금속층	404
제 1 금속 -Ga 화합물층	403
$P^+-(In,Al)GaN$ 층	402
$P-(In,Al)GaN$ 층	401

【도 5】

전도성 산화 방지층	406
제 3 금속 -Al 화합물층	405
제 1 금속층	404
제 1 금속 -Ga 화합물층	403
P형 투명전극층	501
$P^+-(In,Al)GaN$ 층	402
$P-(In,Al)GaN$ 층	401

【도 6】

전도성 산화 방지층	606
제 3 금속 -Al 화합물층	605
제 1 금속층	604
제 1 금속 -Ga-N 화합물층	603
$n^+-(\text{In}, \text{Al})\text{GaN}$ 층	602
$n-(\text{In}, \text{Al})\text{GaN}$ 층	601

【도 7】

전도성 산화 방지층	705
제 3 금속층	704
제 2 금속층	703
제 1 금속층	702
$p-(\text{In}, \text{Al})\text{GaN}$ 층, $n-(\text{In}, \text{Al})\text{GaN}$ 층	701